ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1918.

PRÉSIDENCE DE M. P. PAINLEVÉ.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Vice-Président pour l'année 1919, qui devra être choisi dans la Division des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 41,

M. H. Deslandres obtient . . . . 40 suffrages

Il y a 1 bulletin nul.

M. **H. Deslandres**, ayant réuni l'unanimité absolue des suffrages exprimés, est élu Vice-Président.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux membres des Commissions administratives pour l'année 1919.

MM. **Edmond Perrier** et **Paul Appell** réunissent l'unanimité des 39 suffrages exprimés; il y a 1 bulletin blanc.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la diffraction des images solaires.* Note de M. **Maurice Hamy**.

Dans des Communications antérieures ([1]), j'ai étudié les propriétés de l'image solaire, fournie au foyer d'une lunette dont l'objectif est diaphragmé par une fente longue et très étroite. A cet effet, j'ai établi des formules donnant les variations de l'intensité lumineuse, le long de l'axe de symétrie D de l'image, disposé parallèlement au sens de la longueur de la fente. L'étude de ces variations est particulièrement importante, dans le voisinage du bord géométrique, c'est-à-dire de la circonférence qui limiterait l'image s'il n'y avait pas de diffraction. Elle m'a conduit à la découverte de ce fait remarquable que le bord optique, considéré aux extrémités de l'axe de symétrie D, est notablement plus tranché en observant le Soleil avec une lunette, munie d'un diaphragme percé d'une fente très étroite, de longueur égale au diamètre de l'objectif, qu'en utilisant la totalité de sa surface.

Les considérations sur lesquelles repose ce résultat forment la matière d'un Mémoire actuellement en cours de publication dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*. Certaines théories, exposées dans mon Mémoire ([2]) *sur l'approximation des fonctions de grands nombres*, y jouent un rôle essentiel.

L'étude de la diffraction de l'image solaire par une fente se complique considérablement, dès que sa largeur cesse d'être très faible (de l'ordre du centième de millimètre). Avant de l'entreprendre, il y avait lieu de se rendre compte si la propriété signalée ci-dessus tend à s'exagérer ou, au contraire, à diminuer d'importance, quand on élargit légèrement la fente. Au point de vue mathématique, la réponse à la question ainsi posée dépend du signe de la différence :

$$\begin{aligned}\Delta = {} & \frac{1}{6}\left\{\int_c \left[\frac{\sin m(u-1)}{m(u-1)}\right]^2 \sqrt{1-u^2}\,du\right\}\left\{\int_c \left[\frac{\sin m(u-1)}{m(u-1)}\right]^2 u\sqrt{1-u^2}\,du\right\}\\ & -\frac{1}{9}\left\{\int_c \left[\frac{\sin m(u-1)}{m(u-1)}\right]^2 \frac{u}{\sqrt{1-u^2}}\,du\right\}\left\{\int_c \left[\frac{\sin m(u-1)}{m(u-1)}\right]^2 (1-u^2)^{\frac{3}{2}}\,du\right\},\end{aligned}$$

([1]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 1082; t. 166, 1918, p. 240 et 878.

([2]) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1908.

les quatre intégrales étant prises le long d'un contour fermé c, renfermant les points $u = 1$ et $u = -1$, le paramètre m désignant d'ailleurs un nombre très élevé.

L'inégalité $\Delta < 0$ à laquelle on arrive, en ayant recours à mon Mémoire déjà cité, permet de conclure que le bord optique devient de plus en plus tranché, quand on augmente l'écartement des lèvres de la fente, tout en lui conservant une largeur suffisamment petite.

En possession de ce résultat, je me suis proposé d'étudier la question en général, sans faire d'hypothèse sur la largeur de la fente. Cette recherche difficile et laborieuse, en dehors de son intérêt au point de vue purement théorique, paraît dès maintenant devoir conduire à des résultats d'une réelle importance pratique pour l'observation du Soleil.

GÉOLOGIE. — *Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires*. Note [1] de M. **Ch. Depéret**.

Après avoir examiné [2] les lignes de rivage quaternaires des côtes françaises de la Manche et du Pas de Calais, je continue cette étude sur les côtes méridionales anglaises, dans les régions qui n'ont pas été atteintes par les grands glaciers du Nord.

La *péninsule de Cornouailles*, pendant de l'Armorique française, montre, comme elle, une *frange* de dépôts quaternaires marins, particulièrement étudiés par Usher [3] et Prestwich [4]. Sur la côte sud, se succèdent, de l'Est à l'Ouest, les gisements des environs de Torquay (Hope's Nose, 20^{m} d'altitude d'après Usher) et îlot de Thatcher-Rock (8^{m}); les gîtes de Brixham (10^{m}), de Start-Point, de Plymouth (12^{m}); entre Plymouth et Falmouth, ceux de l'île Lose, de Polkerris, du cap Polmen, de Pendower, de Porth, de la baie de Svanpool, à l'ouest de Falmouth. De Penzance, la

---

(1) Séance du 9 décembre 1918.

(2) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 418.

(3) Usher, *The chronological value of the Pleistocene Deposits of Devon* (*Quart. Journ. geol. Soc.*, t. 34, 1878, p. 449). — *The raised beaches and associated Deposits of the Cornish coast* (*Geolog. Magazine*, t. 6, 1879, p. 210).

(4) Prestwich, *The raised beaches and Head or Rubble-Drift; their relations to the valley Drifts and to the glacial Period* (*Quart. Journ. geol. Soc.*, t. 48, 1892, p. 263, avec carte).

ceinture quaternaire contourne le cap Land's End jusqu'à Saint-Yves, avec quelques gisements de faible altitude (2^m-5^m), sauf celui de la carrière Penly près Monschole, cité par Cl. Reid (¹), à 21^m d'altitude. Elle se suit sur la côte nord du Cornwall et du Devon : baie de Godevay (2^m), baie de Fistral près New-Quay (8^m au cap); estuaire de la Taw, baie de Barnstaple à Baggy-Point (20^m, d'après Usher). Sur la côte du Somerset, la mer quaternaire a dessiné un grand golfe dans la vallée de la Mare jusqu'à Bridgewater (gîte coquillier de Chilton-Trinity). Plus au Nord, à Weston-super-Mare, se montre un gîte coquillier de faible altitude, et plus loin d'autres gîtes au promontoire d'Auchor-Head et à Woodspring hill (10^m). L'estuaire de la Severn a été envahi par la mer jusque près de Gloucester (gîtes coquilliers d'Upton à 16^m et de Kempsey à 20^m). Faisant ainsi le tour du canal de Bristol, nous arrivons à la côte sud du pays de Galles, où se montre, de Swansea au cap Worms-Head, une ligne de dépôts marins et de grottes envahies par la mer aux altitudes de 5^m à 10^m; au nord du cap, autour de la baie de Rhos-Sili, existe une falaise surmontée d'une plate-forme littorale coquillière à 13^m. Mais les observations de Tiddeman (²) et de Strahan (³) ont montré que, dans ces grottes du Glamorganshire, notamment à la grotte de Gower, les dépôts marins sont recouverts par une brèche osseuse à *Elephas antiquus* que surmonte un *Boulderclay* glaciaire; il en résulte que les dépôts marins de ces grottes sont plus anciens que les autres dépôts que j'ai énumérés plus au Sud.

Revenant à l'Est sur la côte de la Manche, nous retrouvons des dépôts marins à la pointe de Portland (⁴) à 18^m, et à Kemp-Town, près Brighton (⁵) à 5^m.

Ainsi les côtes méridionales anglaises, du canal de Bristol au Pas de Calais, montrent les traces presque continues d'une ou peut-être de plu-

---

(¹) Cl. Reid, *Geology of the Land's End district* (*Mem. geol. Survey of England*, 1907, p. 75).

(²) Tiddeman, *On the age of the raised beaches oï Southern Britain as seen in Gower* (*Geol. Mag.*, t. 7, 1900, p. 441).

(³) Strahan, *The country around Swansea*, 1907 (*Mem. geol. Survey, Wales South Coal Field*, Part VIII).

(⁴) Prestwich, *Note on the phenomena of the Quaternary period in the isle of Portland an around Weymouth* (*Quart. Journn. geol. Soc. London*, t. 31, 1875, p. 29).

(⁵) Prestwich, *loc. cit.*, 1892.

sieurs lignes de rivage, dont l'altitude maximum atteint 18^m à 20^m, mais s'échelonne plus fréquemment de 0^m à 13^m. J'attribue en conséquence le plus élevé de ces niveaux marins (18^m-20^m) à la *ligne de rivage monastirienne*. La géographie de ces côtes était, comme on l'a déjà vu pour les côtes françaises, *sensiblement identique à la géographie actuelle*.

Une grande partie de ces gisements ne contient pas de coquilles ou seulement des débris. Les seuls réellement riches sont ceux de Chilton Trinity près Bridgewater, de la baie de Barnstaple et de l'île Portland. Selon Gwyn Jeffreys, cité par Prestwich, l'ensemble de la faune (64 espèces) a un cachet plutôt septentrional. Les espèces les plus répandues : *Nucula nucleus*, *Tellina balthica*, *Cyamium minutum*, *Lacuna puteolus*, *Littorina rudis*, *Fusus gracilis*, *Pleurotoma turricula*, *Purpura lapillus*, *Trophon truncatum*, sont des espèces vivantes du nord de l'Europe, mais descendant au Sud jusqu'à la Manche. C'est plutôt l'absence de formes méditerranéennes et lusitaniennes que la présence de formes vraiment arctiques qui dénotent des eaux un peu plus froides que celles de la Manche actuelle.

Mais les faits les plus intéressants s'observent sur la côte du Sussex et du Hampshire où ils ont été étudiés par Godwin Austen [1], Prestwich [2], Bell [3] et, plus récemment, par Cl. Reid [4]. La plaine du Sussex, de Brighton à Portsmouth, est couverte, sur 12^{km} de largeur, par une couche de limon et de silex roulés, produits du ruissellement des pentes voisines; on y a recueilli en plusieurs points des Mammifères de la faune froide à *Elephas primigenius*. C'est une *plaine côtière typique* à pente assez forte (2^m,50 par kilomètre). Sous le limon caillouteux, on rencontre partout des dépôts quaternaires marins, souvent coquilliers, s'élevant depuis la mer jusqu'à une *ligne de rivage très nette*, qui se dessine au pied des collines de craie des South Downs, par Hove, Portslade, Arundel, Avisford et Waterbeach, près Chichester, Bourne Common et la colline de Portsdown, près Portsmouth, à l'*altitude assez constante de* 30^m-33^m.

---

(1) Godwin Austen, *On the newer Tertiary deposits of the Sussex Coast* (*Quart. Journ. geol. Soc. London*, t. 13, 1857, p. 40).

(2) Prestwich, *loc. cit.*, 1892.

(3) Bell, *The Mud-deposit at Selsey, Sussex* (*Ann. a. Magaz. of nat. History*, t. 8, 1871, p. 45).

(4) Cl. Reid, *The pleistocene deposits of the Sussex Coast and their equivalents in other districts* (*Quart. Journ. geol. Soc. London*, t. 48, 1892, p. 344).

Sur la plupart des points, on a recueilli une faune littorale analogue à celle de la Manche. Mais sur la côte actuelle, au promontoire de Selsey Bill, se montre, au niveau des basses eaux, un dépôt de vase argileuse qui est un *faciès profond de la même mer* et contient une faune (140 espèces) remarquable par la présence d'*espèces franchement méridionales*, telles que : *Pecten polymorphus* (= *P. flexuosus*), *Pecten opercularis* var. *Audouini*, *Lutraria rugosa*, *Chiton siculus* (= *Ch. olivaceus*), *Fissurella costaria*, *Pleurotoma Bertrandi*, dont la limite nord actuelle ne dépasse pour aucune la latitude de Madère et des côtes du Portugal.

Un peu plus à l'Ouest, à West-Wittering, Cl. Reid a découvert un dépôt argilo-sableux analogue où, à côté d'espèces marines de la Manche, on recueille en abondance une coquille fluviale de climat chaud, *Corbicula fluminalis*, amenée là par un estuaire. Enfin à Stone, sur la côte du Hamsphire, à 20 milles à l'Ouest des dépôts précédents, le même géologue [1] a observé une argile estuarienne à *Scrobicularia piperata*, qui a fourni des feuilles d'une plante très méridionale, l'*Acer monspessulanum*. Si l'on ajoute la présence dans le dépôt de Selsey de l'*Elephas antiquus*, on voit que tous ces faits s'accordent pour indiquer, sur la côte sud de l'Angleterre, à l'époque de la ligne de rivage de 30^m-33^m, une mer à température plus chaude que la mer actuelle, ce qui concorde bien avec l'introduction dans la Méditerranée de la faune chaude à *Strombus bubonius* de l'étage *Tyrrhénien*.

En dehors des dépôts franchement marins, l'existence fréquente sur les falaises anglaises de replats couverts de graviers et de limons, étagés à des hauteurs diverses, atteste, comme sur les côtes françaises, les variations de niveau de la surface marine. Ainsi Codrington [2], étudiant la morphologie des côtes du Hamsphire et de l'île de Wight, a reconnu sur les deux rives du Solent, de la baie de Poole au Spithead, des plateaux de graviers à l'altitude de 35^m-40^m et conclut avec raison à la réunion de l'île de Wight au continent et au remplacement du bras de mer actuel par un thalweg fluvial venant de l'Ouest pour se jeter dans la mer du niveau de 33^m (*Tyrrhénien*) qui couvrait la plaine du Sussex.

---

(1) Cl. Reid, *A fossiliferous pleistocene deposit at Stone, on the Hamsphire coast* (*Quart. Journ. geol. Soc.* t. 49, 1893, p. 325).

(2) Codrington, *On the superficial deposits of the South of Hamsphire and the Isle of Wight* (*Quart. Journ. geol. Soc.* t. 26, 1870, p. 528).

Sur la côte nord de l'île de Wight, d'autres replats de graviers surplombant la mer à 52 et 60^m et enfin un lambeau à 100^m sur la falaise sud-ouest (Blackgang) semblent indiquer l'existence probable des anciens niveaux *milazziens* et *siciliens*. D'autres lambeaux analogues de graviers et limons se rencontrent sur l'ensemble des côtes méridionales anglaises, particulièrement sur la côte du Kent.

Coordination. — Il me paraît intéressant de coordonner l'ensemble des observations précédentes sur les deux rives de la Manche et du Pas de Calais, en les reliant à l'importante question de la réunion de l'Angleterre avec la France à l'époque quaternaire et de l'époque d'ouverture du Pas de Calais.

Une solution simple, fondée sur la seule distribution des dépôts quaternaires marins serait la suivante : on peut admettre une assez large jonction des deux pays pendant les époques *Sicilienne* et *Milazzienne*, représentées seulement par des plaines côtières aux altitudes de 100^m et de 60^m environ. La Manche était certainement plus réduite qu'aujourd'hui, sans qu'on puisse préciser ses limites. La faune chaude à *Elephas antiquus* et Hippopotames a pu ainsi émigrer librement en Angleterre.

A l'époque *Tyrrhénienne*, la ligne du rivage de 30^m-33^m est bien caractérisée sur la côte française (Saint-Valéry) et surtout sur la côte anglaise (Sussex) avec une faune marine et terrestre d'affinités méridionales. On peut en déduire que la Manche formait alors un grand golfe atlantique allant au moins jusqu'à hauteur de l'estuaire de la Somme, mais séparé de la mer du Nord par un isthme de jonction encore assez large. Cette conception explique l'absence de coquilles arctiques dans la faune tyrrhénienne de la Manche et la continuation des échanges de faunes terrestres entre l'Angleterre et le continent.

Mais à l'époque *monastirienne*, la continuité des dépôts marins de la ligne de rivage de 20^m (et des lignes plus basses) nous révèle une géographie à peu près identique à l'actuelle, ainsi que l'a parfaitement reconnu M. Briquet [1]. L'ouverture du Pas de Calais entraîne l'arrivée dans la Manche d'une faune marine plus froide venue de la mer du Nord.

Mais cette interprétation simple se heurte à la difficulté d'expliquer le passage en Angleterre de la faune froide d'animaux terrestres du Quater-

---

[1] BRIQUET, *Note sur quelques formations quaternaires du littoral du Pas de Calais* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. 35, 1906).

naire supérieur. Il devient ici nécessaire d'introduire dans le problème un nouvel élément, dont j'ai fait jusqu'ici à dessein abstraction, celui des phases de régression marine (avec abaissement des lignes de rivage jusqu'au niveau et même au-dessous du rivage actuel), par lesquelles débutent chacun des quatre étages quaternaires. Ces phénomènes de régression, si nettement marqués dans la Méditerranée ([1]), sont des événements géologiques trop importants pour ne pas se retrouver dans les autres mers. En fait la position au niveau du rivage actuel des couches estuariennes du *Tyrrhénien* du Sussex, ainsi que du Forest-bed *sicilien* de Cromer, sans parler même des forêts submergées et des thalwegs sous-marins d'âge plus récent, nous en montrent des exemples tout à fait typiques.

On doit donc admettre, pour expliquer le passage de la faune de Mammifères froide en Angleterre, l'existence d'une phase de régression qui pourrait trouver place soit au début du Monastirien, soit à la fin de cet étage. C'est ce dernier point de vue qu'a adopté M. Barrois ([2]) en se fondant sur la distribution du limon en Bretagne. Ce limon, qui est postérieur aux « *plages soulevées* », s'étend sur les îles du littoral comprises en dedans de la courbe de — 25^m des profondeurs marines. M. Barrois admet qu'à cette époque la Manche était transformée en une vallée fluviale s'écoulant à l'Ouest ([3]), et dans laquelle se sont déposés, de part et d'autre de l'isthme du Pas de Calais, les graviers à Mammouths du fond de la Manche et les graviers à *Elephas primigenius* et *Rhinoceros tichorhinus* du Dogger-bank ([4]) dans la mer du Nord. Puis une nouvelle transgression très récente est intervenue, faisant disparaître définitivement l'isthme du Pas de Calais.

M. Douvillé présente le troisième et dernier volume de l'important Ouvrage de M. Abendanon, ingénieur des Mines du Gouvernement néerlandais, ayant pour titre : *Expédition de la Célèbes centrale ;* c'est le compte

---

([1]) Voir les travaux du général de Lamothe et de M. Gignoux cités dans mes Notes précédentes.

([2]) Ch. Barrois, *Sur l'extension du limon quaternaire en Bretagne* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. 26, 1897, p. 33).

([3]) M. Hull a récemment précisé, sur la carte des fonds sous-marins de l'Amirauté anglaise, le tracé de cette vallée submergée postglaciaire de la Manche, depuis le Pas de Calais jusqu'au bord abrupt de la plate-forme continentale (*Geolog. Magaz.*, 1912, t. 9, p. 100).

([4]) Davies, *Geological Magazine*, t. 5, 1878, p. 97.

rendu des voyages géologiques et géographiques exécutés par l'auteur en 1909-1910.

Ce troisième volume comprend la Paléontologie (étude de M. Hinde sur les roches à radiolaires, description des fossiles crétacés, éocènes et miocènes par M. G. Dollfus), l'examen des roches cristallines et sédimentaires, l'histoire géologique de la région, complétée par l'étude de sa tectonique et de sa morphologie; une étude des mollusques d'eau douce par M. J.-H. Kruimel et des poissons par le professeur Max Weber, des renseignements sur les peuplades aborigènes et sur leurs curieuses habitations. Un chapitre est consacré à la géologie économique; l'auteur signale la présence du nickel dans les péridotites. Enfin, M. Abendanon passe en revue et reproduit tous les documents cartographiques publiés sur la région depuis le XVIe siècle.

On ne peut qu'être frappé du contraste que présente cette partie centrale de Célèbes avec les îles voisines : ici le sol est principalement constitué par des formations cristallophylliennes avec gisements d'or subordonnés et filons de galène argentifère. La région est essentiellement montagneuse, les terrains secondaires et tertiaires ne sont que faiblement développés, aussi n'y trouve-t-on ni les riches cultures de Java et Sumatra, ni les formations pétrolifères de Bornéo.

L'exploration avait été projetée par M. Abendanon dès 1907, presque immédiatement après l'époque où le Gouvernement néerlandais avait pris en mains la direction du pays. Il en avait soumis le programme à la Société royale de Géographie des Pays-Bas qui a pu, presque aussitôt, mettre à sa disposition les moyens de réaliser ce projet.

Le voyage a été exécuté en 1909-1910 et, dans les huit années qui ont suivi, l'auteur a pu mettre en œuvre les matériaux qu'il avait accumulés et terminer ainsi la description détaillée de la région parcourue. C'est un ouvrage considérable qui comprend trois gros volumes de 1550 pages, avec 21 photogravures, 305 autotypies, 140 figures dans le texte et 5 planches en phototypie. Il fait le plus grand honneur à l'explorateur et il faut le féliciter d'avoir pu parachever son œuvre aussi rapidement.

La publication en a été faite par la Société royale de Géographie des Pays-Bas avec la collaboration du Ministère des Colonies. L'exécution typographique, due à la maison Brill, est tout à fait remarquable. Enfin, je dois signaler d'une manière toute particulière qu'il a été publié une édition en français, montrant une fois de plns l'importance et la cordialité des relations entre les hommes de science de la France et de la Hollande.

NOMINATIONS.

M. l'amiral **Fournier** est désigné pour faire partie de l'*Office des sépultures militaires*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Division des *Applications de la science à l'industrie*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 45,

M. A. Rateau	obtient	. . . .	20 suffrages
M. de Chardonnet	»	. . . .	7 »
M. Laubeuf	»	. . . .	7 »
M. Lumière	»	. . . .	5 »
M. Charpy	»	. . . .	2 »
M. Claude	»	. . . .	2 »
M. Rabut	»	. . . .	1 suffrage
M. Lazare Weiller	»	. . . .	1 »

Au deuxième tour de scrutin, le nombre de votants étant 40,

M. A. Rateau	obtient	. . . .	28 suffrages
M. de Chardonnet	»	. . . .	5 »
M. Laubeuf	»	. . . .	5 »
M. Charpy	»	. . . .	1 suffrage
M. Rabut	»	. . . .	1 »

M. A. **Rateau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Zaboudski* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 38,

M. Waddell	obtient	21 suffrages
M. Torrès y Quevedo	»	15 »
Sir George Greenhill	»	2 »

M. **Waddell**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Czerny* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 33,

Sir David Bruce	obtient	26 suffrages
M. Charles Nicolle	»	3 »
Sir Almroth Wright	»	3 »

Il y a 1 bulletin nul.

Sir **David Bruce**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **P. Appell** communique à l'Académie un *Vœu émis par le Conseil de la Faculté des Sciences de Paris* relativement à l'amélioration de la situation du personnel universitaire.

(Renvoi à la Commission d'action extérieure.)

Mlle **I. Ioteyko**, M. **Stanislas Chevalier** adressent des remercîments pour les distinctions qui ont été accordées à leurs travaux.

M. le Directeur de l'**École supérieure d'aéronautique et de construction mécanique** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil.*

M. **Henri Piéron** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée, en 1915, sur la *Fondation Loutreuil.*

M. **Ch. Marie** adresse le *Rapport général* présenté au nom de la Commission permanente du Comité international des *Tables annuelles de constantes et données numériques* pour l'année 1917.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Muséum d'Histoire naturelle de Genève. *Catalogue illustré de la Collection Lamarck*. Première Partie : *Fossiles*, offert par M. Bédat.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les propriétés générales des fonctions entières et le théorème de M. Picard.* Note de M. **Valiron.**

En utilisant les résultats de ma Note du 15 avril 1918, on peut obtenir des extensions des propositions démontrées par M. Wiman dans un Mémoire récent [1], et démontrer d'une façon simple et élémentaire le théorème de M. Picard.

1. Soient toujours $f(z)=\Sigma c_n z^n$ une fonction entière, $M(r)$ le maximum du module de la fonction pour $|z|=r$ et $m(r)$ le plus grand des nombres $|c_n|r^n$. Considérons d'autre part la série entière

$$\mathfrak{F}(r)=\Sigma e^{n^\alpha} r^n \qquad (0<\alpha<1).$$

Il résulte de la démonstration du théorème II de ma Note [2] que,

---

[1] *Acta mathematica*, t. 41, p. 1.

[2] Cette démonstration renferme une erreur typographique : les sommets de $\pi(\mathfrak{F})$ ont pour coordonnées n, $-H(n)$ [et non n, $H(n)$], et $\mathcal{G}_n$ doit être remplacé par $-H(n)$ [et non par $H(n)$].

lorsque r est extérieur à un certain ensemble dénombrable d'intervalles dans lequel la variation totale de $\log r$ est finie, ce que nous exprimerons en disant que r est une valeur ordinaire, il existe des nombres k et l tels que $f(z)$ et $k\mathfrak{F}\left(\frac{r}{l}\right)$ aient des termes maxima égaux et de même rang n, et que la série formée par les modules des termes de $f(z)$ soit majorée par le développement de $k\mathfrak{F}\left(\frac{r}{l}\right)$.

On a donc, quel que soit le nombre fini q,

$$\sum_{p=-n}^{\infty} p^q |c_{n+p}| r^{n+p} \leqq m(r) \sum_{p=-n}^{\infty} p^q e^{(n+p)\alpha - n\alpha}\left(\frac{r}{l}\right)^p,$$

l étant tel que $e^{p\alpha}\left(\frac{r}{l}\right)^p$ soit maximum pour $p = n$. Il est aisé de trouver une limite supérieure de la somme figurant dans le second membre de cette inégalité, et l'on obtient, A_q étant un nombre fini,

$$(1) \qquad \sum_{p=-n}^{\infty} p^q |c_{n+p}| r^{n+p} < A_q\, m(r)\, n^{(q+1)\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}.$$

2. Supposons que $|z_0| = r$ soit une valeur ordinaire pour $f(z)$. Nous allons étudier $f(z)$ pour les points de la circonférence $|z| = r$ voisins de z_0. Ecrivons avec M. Wiman, en désignant toujours par n le rang du terme maximum

$$(2) \qquad f\left(z_0 e^{i\lambda\frac{\pi}{n}}\right) = e^{i\lambda\pi}\left[f(z_0) + \lambda g(z_0) + \sum_{p=-n}^{\infty} c_{n+p} z_0^{n+p}\left(e^{i\lambda\pi\frac{p}{n}} - 1 - i\lambda\pi\frac{p}{n}\right)\right];$$

$g(z_0)$ est indépendant de λ. Si l'on tient compte de ce que le coefficient de $c_{n+p} z_0^{n+p}$ a un module au plus égal à $\lambda^2\pi^2\frac{p^2}{n^2}$, on obtient, en appliquant l'inégalité (1) dans laquelle on fait $q = 2$,

$$\left|\sum c_{n+p} z_0^{n+p}\left(e^{i\lambda\pi\frac{p}{n}} - 1 - i\lambda\pi\frac{p}{n}\right)\right| < B\frac{\lambda^2}{n^2}\sum |c_{n+p}|\, p^2 r^{n+p} < C\lambda^2 m(r)\, n^{1-3\frac{\alpha}{2}}.$$

α pouvant être pris aussi voisin de *un* que l'on veut, le dernier membre des inégalités précédentes est inférieur à $m(r)$, donc à $M(r)$, pourvu que $|\lambda| < n^{\frac{1}{4}-\varepsilon}$, ε étant un nombre fixe arbitrairement petit. Comme d'autre

part $|f(z)|$ est inférieur à $M(r)$, l'égalité (2) montre que le module de $\lambda g(z_0)$ est inférieur à $3M(r)$ tant que λ vérifie l'inégalité précédente. Par suite, $|g(z_0)|$ est inférieur à $M(r)n^{\varepsilon-\frac{1}{4}}$, et l'on a d'après l'inégalité (2)

$$(3) \qquad f\left(z_0 e^{i\lambda\frac{\pi}{n}}\right) = e^{i\lambda\pi} f(z_0)(1+\eta), \qquad |\eta| < n^{-\varepsilon}$$

sous les conditions

$$|f(z_0)| > M(r)\,n^{-\frac{1}{8}}, \qquad |\lambda| < n^{\frac{1}{8}-2\varepsilon},$$

conditions qui pourraient d'ailleurs être remplacées par d'autres. On déduit notamment de l'égalité (3) la proposition suivante :

Le rapport de $M(r)$ *au maximum* $A(r)$ *de la partie réelle de* $f(z)$ *pour* $|z| = r$, *tend vers* un *lorsque r croît indéfiniment à l'intérieur des intervalles ordinaires.*

3. Théorème de M. Picard. — *Montrons que* $f(z)$ *et* $f_1(z)$ *étant deux fonctions entières, on ne peut avoir*

$$(4) \qquad e^{f(z)} = e^{f_1(z)} + 1.$$

Soit r une valeur ordinaire pour les deux fonctions (il en existe étant donnée la densité de ces valeurs), et soit z_0 la valeur de z pour laquelle la partie réelle de $f_1(z)$ est égale à son maximum $A_1(r)$, on aura d'après la proposition précédente

$$M(r) > \mathcal{R} f(z_0) = A_1(r)(1-\varepsilon) > M_1(r)(1-2\varepsilon),$$

ε étant très petit. On obtiendra une inégalité renversée entre $M(r)$ et $M_1(r)$ en partant de $f(z)$. Il en résulte que les quotients de $|f(z_0)|$ par $M(r)$ et de $|f_1(z_0)|$ par $M_1(r)$ sont voisins de *un* et qu'on peut appliquer l'égalité (3) aux deux fonctions f et f_1 à partir de la valeur z_0. On a donc

$$f(z_0 e^{i\pi\theta}) = e^{i\pi\theta n} f(z_0)(1+\eta), \qquad |\eta| < n^{-\varepsilon}, \qquad |\theta n| < n^{\frac{1}{8}-2\varepsilon},$$

$$f_1(z_0 e^{i\pi\theta}) = e^{i\pi\theta n_1} f_1(z_0)(1+\eta_1), \qquad |\eta_1| < n_1^{-\varepsilon}, \qquad |\theta n_1| < n_1^{\frac{1}{8}-2\varepsilon},$$

les modules de $f(z_0)$ et de $f_1(z_0)$ étant très grands ainsi que n et n_1 en même temps que r.

L'impossibilité de l'égalité (4) *est dès lors manifeste.*

Rien n'est changé à ce raisonnement si l'on suppose que les termes de (4) sont multipliés par des fonctions uniformes autour du point à l'infini et admettant ce point pour pôle. L'impossibilité d'une telle égalité démontre le théorème général de M. Picard.

4. Si l'on compare simultanément $f(z)$ à $\mathfrak{F}(r)$ et sa dérivée $f'(z)$ à la dérivée de $\mathfrak{F}(r)$, on voit facilement que le rapport $\frac{n^1}{n}$ des rangs des termes maxima f et f' tend vers *un* lorsque r croît indéfiniment à l'intérieur des intervalles qui sont ordinaires pour les deux fonctions. Il en résulte qu'on a, dans ces intervalles :

$$f'(z) = \frac{n}{z} f(z)(1+\eta), \qquad M^1(r) = \frac{n}{r} M(r)(1+\eta_1),$$

η et η_1 tendant vers zéro avec $\frac{1}{r}$ et la première égalité ayant lieu dans les mêmes conditions que (3). Des égalités analogues en résultent pour les dérivées successives.

On peut appliquer ces résultats à la démonstration de la régularité des solutions entières des équations différentielles à coefficients rationnels. Les égalités asymptotiques qu'on obtient pour $\frac{n}{r}$ en supposant que r est une valeur ordinaire sont, en effet, valables pour tous les r, étant donnée la densité des valeurs ordinaires. Les propriétés des intégrales énoncées par M. Wiman à la page 19 de son Mémoire sont donc complètement démontrées.

5. On peut poursuivre le développement du second membre dans l'égalité (2), on obtient ainsi des limites plus larges pour l'égalité (3) et l'extension des propriétés relatives à $A(r)$ et à $f'(z)$ à une classe étendue de séries entières.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Courbes définies par des séries. Avantages d'un changement de définition.* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. G. Kœnigs.

Les séries introduisent souvent, dans les questions de géométrie et de physique, des singularités qui tiennent non à la nature de la question, mais à la manière d'obtenir la limite. La fonction est, en effet, définie par la limite

pour $N = \infty$ de l'équation

$$y = \sum_{n=1}^{n=N} \varphi(x, n) = f(x, N), \qquad \text{où} \qquad Y = \varphi_n(x, n)$$

est une fonction continue. y est la limite de l'ordonnée correspondant à une abscisse déterminée x, c'est-à-dire la limite des positions d'un point sur une droite parallèle à Oy. Dans certains cas, cette limite dépend de la direction des axes de coordonnées, comme je le montrerai tout à l'heure par un exemple. Il serait préférable d'adopter une définition indépendante de la direction de ces axes. Je propose de définir la courbe limite par l'ensemble des points fixes qui, pour $N > N_1$, restent à une distance $< \varepsilon$ de la courbe

$$y = f(x, N).$$

Dans un grand nombre de cas, les deux définitions donnent identiquement le même résultat. Quand elles diffèrent il suffit souvent, avec la définition usuelle, de changer la direction des axes de coordonnées pour faire disparaître les singularités et arriver au même résultat qu'avec la définition proposée.

Exemple. — Soient les courbes (où k est un entier)

$$y_{2k+1} = (-1)^{|k|} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\sin nx}{n^{2k+1}} \qquad \text{et} \qquad y_{2k} = (-1)^{|k|} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\cos nx}{n^{2k}},$$

qui se déduisent les unes des autres par dérivation. Pour $k \geqq 1$, elles représentent des arcs de courbes algébriques se rejoignant aux points où x égale un nombre entier de fois 2π, points que je désigne par $x \equiv 0$.

Avec la définition ordinaire :

1° La courbe y_1 présente un point de discontinuité régulier pour $x \equiv 0$, et, quand x croît d'une de ces valeurs à la suivante, y décroît linéairement de $+\frac{\pi}{2}$ à $-\frac{\pi}{2}$. La courbe se compose donc de points isolés, $y = 0$, $x \equiv 0$, et de segments de droites isolés. (Je laisse de côté le phénomène de Gibbs qu'on peut éliminer par les suites de Fejér ou de La Vallée Poussin.)

2° La courbe y_0, en appliquant la méthode de M. Fejér pour lever l'indétermination de la série oscillante, se compose de tronçons de la droite $y = -0,5$ séparés par des points isolés où la fonction est infinie pour $x \equiv 0$.

3° Les courbes $y_{-1}, y_{-2}, \ldots$ se composent toutes de segments de la droite $y = 0$, séparés par des points de discontinuité pour $x \equiv 0$.

Avec la définition proposée :

1° La courbe y_{-1} devient continue et composée des mêmes segments de droites qu'avec la définition ordinaire et d'autres segments parallèles à Oy s'étendant de $-0,5\pi$ à $+0,5\pi$, raccordant les précédents, puisque la courbe continue pour $0 < n < N$ est comprise entre les droites $x \equiv \pm \varepsilon$ pour

$$-0.5\pi + \eta < y_{-1} < 0,5\pi - \eta.$$

On a une courbe continue en dents de scie.

2° La courbe y_0 est continue et formée de segments de la droite $y = -0,5$ continués à chaque point $x \equiv 0$ par une droite double formée : (*a*) d'une droite montant verticalement de $y = -0,5$ à $y = +\infty$; (*b*) d'une droite descendant verticalement de $y = +\infty$ à $y = -0,5$ pour se relier au segment horizontal suivant.

3° Les courbes y_{-k} comportent aux points $x \equiv 0$, $k+2$ tronçons de droites verticales, le premier montant de $y = 0$ à $y = +\infty$, le second descendant de $y = +\infty$ à $y = -\infty$, le troisième montant de $y = -\infty$ à $y = +\infty$, ... et le dernier rejoignant le tronçon horizontal suivant.

En changeant la direction des axes de façon à ce qu'ils ne coïncident avec aucune des droites de y_0 (seconde définition), on aurait eu le même résultat avec la définition usuelle. Si l'axe Oy' coïncide avec une des droites de y_0 (première définition), on trouve avec cette définition usuelle des points de discontinuité réguliers remplaçant le groupe de segments parallèles. Donc premier avantage, on a fait, avec notre définition, disparaître des singularités tenant à une direction particulière des axes.

Si l'on définit la dérivée d'ordre n de $f(x)$, au moyen de la limite du quotient, de la différence d'ordre n correspondant à $n+1$ abscisses x_1, $x_2, \ldots, x_{n+1}$, en progression arithmétique, par la puissance $n^{\text{ième}}$ de la raison qui tend vers zéro, avec en outre la condition $x_1 < x < x_{n+1}$, on trouve pour valeurs de la dérivée aux points $x \equiv 0$, celles que donne la définition proposée. Donc second avantage de ces définitions, la valeur de la fonction en tout point est fournie par la série des dérivées. La fonction est indéfiniment dérivable.

En outre, le paradoxe usuel d'une courbe continue

$$y = \sum_{n=1}^{n=N} \varphi(x, n),$$

quel que soit N qui devient brusquement discontinue à la limite $N = \infty$ disparaît.

Aux points $x = 0$: 1° le segment de y_1 est égal à π; 2° dans y_0, la surface comprise entre la courbe et Ox a pour limite π; 3° dans y_{-1} le produit des deux surfaces infinies par la différence des abscisses de leur centre de gravité, a pour limite π, etc.

Ces résultats sont d'accord avec ceux que fournit l'assimilation de la courbe à la fibre moyenne d'une poutre indéfinie infiniment mince. Au contraire, la définition usuelle donne des résultats inexplicables dans les applications à des fonctions continues.

Ces résultats peuvent être présentés d'une façon plus générale, mais l'application à un cas concret m'a paru plus claire.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance et la réactance effectives d'un câble armé triphasé pour les harmoniques* 3 *du courant*. Note [1] de M. **Swyngedauw**, transmise par M. A. Blondel.

Lorsqu'un générateur triphasé a ses circuits associés en étoile connectée au sol et alimente des récepteurs isolés, on sait que des surtensions sont possibles sur le réseau. Les harmoniques 3 de la force électromotrice engendrent des courants de capacité synchrones et identiques entre eux dans chacun des trois conducteurs du câble. Ces courants créent des lignes de force qui s'enroulent autour de ces conducteurs, à l'intérieur de l'enveloppe et du feuillard et en dehors du câble.

Pour prévoir et calculer les surtensions, il faut connaître notamment les résistance et réactance effectives linéiques du câble [2].

Pour déterminer ces constantes du câble, on a formé une boucle avec deux câbles triphasés émanés de la sous-station S et aboutissant à un même poste de transformation T.

Les trois conducteurs de chacun des câbles étaient connectés ensemble à leurs extrémités. Ces dernières étaient bouclées en T; et à la sous-station S

(1) Séance du 9 décembre 1918.

(2) Rappelons que la résistance effective linéique est la résistance kilométrique qui sous le même courant dégage, par seul effet Joule, la même énergie calorifique que dégage réellement ce kilomètre de câble, non seulement par effet Joule dans ses âmes, mais encore par hystérésis et courants de Foucault dans le feuillard et l'enveloppe.

les départs des deux câbles étaient connectés aux bornes d'une source à fréquence donnée (commutatrice, transformateur, alternateur de grande fréquence); on formait ainsi un circuit monophasé dans lequel on pouvait considérer le courant comme ayant la même valeur dans chacune des sections du circuit bouclé. On mesurait le courant I ampères, la tension U volts entre les bornes du câble, la puissance consommée P watts; on obtenait l'impédance Z et la résistance effective du circuit en ohms par les quotients

$$R = \frac{P}{I^2}, \qquad Z = \frac{U}{I},$$

on en déduit la réactance $X = \sqrt{Z^2 - R^2}$.

Les constantes R, Z, X divisées par la longueur L du câble en kilomètres donnent les résistances, impédance et réactances linéiques en ohms par kilomètre, r, z, x, dans les conditions de l'expérience.

Avec des câbles $3 \times 100^{mm^2}$, enveloppe de plomb, épaisseur 4^{mm}, et deux feuillards, épaisseur $0^{mm},8$, câbles dont la longueur de la boucle était comprise entre 4^{km} et 12^{km}, les résultats principaux sont les suivants :

1° *La résistance effective linéique pour la fréquence* 50 $\sim$: sec *était environ* 0,5 ohm : km, *c'est-à-dire environ* 14 *fois plus grande que la résistance ohmique en courant continu*.

Les mesures faites aux fréquences 50, 150, 450 $\sim$: sec montrent que *la résistance varie avec la fréquence suivant une loi sensiblement linéaire*

$$r = a + bF,$$

a et b étant des constantes (variant avec le courant).

De 0,5 ohm : km à la fréquence 50 $\sim$: sec, la résistance r passe à 0,9 ohm : km, à la fréquence 450 elle ne double pas quand la fréquence varie dans le rapport 1 à 9.

2° *La réactance linéique x suit des lois analogues ;* elle est environ les 0,8 de la résistance r. On remarquera *l'effet amortisseur énergique des protecteurs métalliques du câble pour les harmoniques* 3. C'est sans doute à cette action si efficace qu'on doit d'avoir si peu de surtensions à déplorer malgré l'importance et la fréquence des cas où l'harmonique 3 entre en jeu.

Les valeurs de r et x ainsi obtenues correspondent-elles bien à celles de l'harmonique 3 de même fréquence ? Il est aisé de voir qu'elles leur sont inférieures. En effet, les lignes de force créées par l'harmonique 3 s'étendent dans tout l'espace entre l'âme et l'infini, tandis que, dans le circuit monophasé en expérience, elles ne se développent que dans l'aire embrassée par

la boucle; mais il est évident qu'on se rapproche d'autant plus de la distribution du flux, pour l'harmonique 3, que les conducteurs aller et retour de la boucle sont plus espacés.

J'ai pu opérer sur deux câbles posés dans une même tranchée et deux autres posés dans des tranchées espacées de 1^{km} à 2^{km}.

Dans ce dernier cas r et s dépassent de $\frac{1}{4}$ environ les valeurs correspondantes du premier cas.

La discussion des résultats permet de conclure que, pour les câbles expérimentés et pour l'harmonique 3 de la fréquence fondamentale 50 ∼ : sec, r est compris entre 0,67 et 0,78 ohm : km et x entre 0,45 et 0,56 ohm : km.

ARCHÉOLOGIE. — *Sur un mode d'embaumement mercuriel à l'époque médiévale.* Note de M. **Georges-A. Le Roy**, présentée par M. Charles Moureu.

Au Musée départemental d'antiquités, à Rouen, on voit, exposé depuis de nombreuses années, un petit coffret en cristal incluant une mèche de cheveux et une cinquantaine de grammes d'une matière solide noirâtre, parsemée de nombreux globules de mercure; une étiquette mentionne : « Pâte d'embaumement et cheveux du duc de Bedford, régent de France pour Henri VI, mort à Rouen en 1435, recueillis dans son tombeau à la cathédrale de Rouen en 1866. »

Cette pièce se rapporte donc au célèbre Anglais, Jean de Lancastre, duc de Bedford, fils d'Henri IV, frère d'Henri V, oncle d'Henri VI, rois d'Angleterre; c'est dire l'intérêt archéologique qu'elle présente. Cependant l'importance de cette relique est non moins grande pour la connaissance de l'art des embaumements européens à l'époque du moyen âge, car d'après les examens chimiques auxquels j'ai procédé, elle paraît démontrer la mise en œuvre d'un mode d'emploi du mercure resté ignoré et inconnu des auteurs qui ont écrit l'histoire des embaumements.

A la vérité, je dois le rappeler, dès 1866, à la suite de l'ouverture archéologique du cerceuil, un examen chimique sommaire fut effectué sur cette matière par J. Girardin; mais ce chimiste se borna à l'analyse centésimale suivante : « mercure métallique = 11,25; matières solubles dans l'eau (ne renfermant ni chlore ni acide sulfurique) = 11,33; résine balsamique ayant le caractère du benjoin = 8,20; matière organique insoluble azotique (sic) = 59,00; eau et pertes = 10,20 ». Girardin en conclut que ni le bichlorure ni le sulfate de mercure n'ont dû être employés dans cet embaumement,

et que le mercure métallique pourrait provenir de l'emploi d'oxyde rouge de mercure. Cependant, 20 ans plus tard, abandonnant cette opinion, il déclare que la présence du mercure dans cet embaumement ne peut être expliquée qu'à la condition d'admettre l'emploi du sublimé corrosif [1].

Je crois pouvoir dire que ces deux opinions chimiques successives paraîtraient également erronées, d'après mes nouvelles recherches effectuées sur cette même matière d'embaumement, dont des circonstances favorables ont mis une trentaine de grammes à ma disposition. Ces recherches chimiques se résument comme il suit :

La matière dénommée *pâte d'embaumement* se présente sous la forme d'une masse solide, sèche, noire mate, friable sous les doigts, de contexture spongieuse, dépourvue d'odeur et de saveur, parsemée de globules de mercure ayant la grosseur d'une tête d'épingle et quelquefois décuple; les globules sont disséminés dans la masse; la densité est 1,214.

La matière homogénéisée par broyage donne à l'analyse chimique : réaction (tournesol) neutre; eau à 105° = 9,900; matières solubles dans l'éther = 1,760; matières solubles dans l'alcool (résineuses) = 2,680; matières solubles dans l'eau = 3,440; matières minérales = 30,600; matières volatiles au rouge = 69,400; matières insolubles dans l'eau = 43,650; mercure total = 8,030; fer métallique attirable à l'aimant : parcelle; argent, or, plomb, arsenic : absence; azote organique total = 1,930; azote soluble à l'eau = 0,189; ammoniaque = 0,017; nitrates : traces; chlorures et sulfates solubles à l'eau : traces; sulfures : néant; carbonates : néant; matières réduisant la liqueur cupro-potassique : néant; matières tanniques : néant.

Les 30,600 pour 100 de matières minérales (cendres) sont constitués par : 1° 0,720 de sulfate de chaux avec traces de chlorures; 2° 11,948 solubles dans l'acide chlorhydrique, constitués par : acide phosphorique combiné = 0,664; acide sulfurique combiné = 0,998; alumine = 4,380; peroxyde de fer = 0,420; chaux = 2,224; magnésie = 0,202; soude = 1,481; potasse = 0,859; 3° 18,552 insolubles dans l'acide chlorhydrique, constitués par : silice = 17,685; alumine = 660; peroxyde de fer = 0,050; chaux = 0,257; magnésie : traces; alcalis : néant.

J'observerai que les 8,030 de mercure total sont répartis en : 4,080 de mercure métallique et soluble dans l'acide nitrique et 3,850 libéré par calcination avec la chaux sodée.

La minime quantité de matière disponible n'a pas permis de préciser les caractères des matières grasses et résineuses solubles dans l'éther ou l'alcool.

---

[1] Cf. GIRARDIN, *Leçons de Chimie élémentaire*, 5e édition, t. 5, Paris, 1875-1880, p. 195.

De ces déterminations analytiques je conclus que : 1° la matière renferme, en plus des matières aromatiques et résineuses, des matières animales propres au corps humain, représentées par l'azote organique et par le phosphate calcique retrouvés; que dans ces conditions la dénomination archéologique *pâte d'embaumement* est insuffisante; 2° ce procédé d'embaumement médiéval n'est pas sans efficacité puisqu'il a entravé la décomposition complète du cadavre pendant un demi-millénaire, bien que le cerceuil, partiellement effondré, fût, depuis le XVIIIe siècle, enfoui en terre; 3° l'intrusion de la terre dans le cercueil paraît démontrée par les fortes proportions de silice et d'alumine, etc., décelées par l'analyse; cependant il est loisible de supposer qu'une certaine proportion est imputable à l'emploi lors de l'embaumement d'une terre sigillée ou bolaire, à titre d'agent dessiccatif et hémostatique; 4° la présence simultanée d'alumine, de potasse et d'acide sulfurique combiné, permet de supposer que l'alun a pu être employé dans l'embaumement; 5° l'absence de chlorures (sauf les traces imputables au corps humain), de sulfates solubles, laisse à penser que ni le chlorure de mercure ni le sulfate de mercure, selon la première opinion de Girardin, n'ont pu être employés dans cet embaumement.

Pour corroborer ces résultats analytiques, j'ai institué une série d'expériences synthétiques sur l'embaumement de la chair animale, pratiqué en laboratoire et pendant un laps de temps de 18 mois environ. A cet effet, j'ai placé en boîtes de Petri (non stériles et ouvertes de temps à autre) un mélange de chair musculaire de cheval, broyée avec ses parties osseuses et autres, et de poudres aromatiques usitées pour les embaumements (cannelle, santal, etc.), le mélange étant séparément additionné de sublimé corrosif, ou de calomel, ou de turbith minéral, ou de précipité *per se*, ou d'onguent, ou de baume mercuriel, c'est-à-dire de mercure préalablement émulsionné dans une résine pâteuse (styrax, térébenthine, baume du Pérou). J'ai constaté que ni le bichlorure, ni le sulfate, ni l'oxyde de mercure, ni l'onguent gras (napolitain) ne libéraient des globules de mercure; que le protochlorure (calomel) subissait une réduction libérant du mercure métallique, mais très faiblement, le chlore libéré étant décelable dans la matière; qu'au contraire, le mercure *éteint* par émulsion préalable entravait la décomposition putride du mélange et abandonnait peu à peu le mercure, qui se réunissait au bout de quelques mois en globules, grossissant spontanément, puis se détachant de la matière. D'où je conclus que c'est par un mode analogue ou identique, mettant en œuvre le mercure émulsionné, que fut pratiqué l'embaumement du duc de Bedford.

Un tel emploi, en cette circonstance historique, du mercure sous sa

forme métallique et « noble », paraît d'autant plus vraisemblable, que les iatrochimistes embaumeurs, appliquant à un aussi considérable personnage toutes les ressources de leur art, auront trouvé là un tour de main approprié pour pouvoir manier cette substance mobile et fugace qu'est le vif-argent, aux fins d'en enduire, oindre et imprégner le cadavre, sans longues macérations, pendant le court laps de temps entre le décès et les funérailles (14-30 septembre 1435).

En résumé, l'embaumement du duc de Bedford présenterait un curieux procédé de conservation des cadavres par l'emploi du mercure métallique sous la forme d'onguent balsamo-mercuriel, employé au XVe siècle, et depuis insoupçonné des auteurs qui ont traité l'histoire des embaumements. Ce procédé, par son élégance technique, fait (pour l'époque de sciences rudimentaires où il fut mis en œuvre) grand honneur aux praticiens chargés d'assurer la conservation posthume des restes mortels du grand homme d'état anglais.

GÉOLOGIE. — *De l'élaboration de silice et de calcaires siliceux par les algues du groupe de* Girvanella. Note de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. H. Douvillé.

Dans une Note précédente [1] j'ai signalé l'existence de cristaux d'albite au milieu des grains d'un calcaire granuleux élaboré par l'action des algues du groupe de *Girvanella* sur des organismes calcaires (tests de Mollusques, coquilles de Foraminifères, plaques d'Echinides) dans les roches de la base du Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales. Je voudrais aujourd'hui m'occuper du calcaire granuleux lui-même.

Si l'on attaque à l'acide chlorhydrique étendu certains calcaires à Orbitolines cénomaniens qui forment les éléments des premiers conglomérats du Flysch crétacé, on constate qu'une grande quantité de petits Foraminifères résistent à l'action de l'acide : on peut ainsi les isoler et observer qu'ils sont entièrement transformés en calcédoine. C'est en particulier le cas d'une petite Rotalidée bien connue, *Discorbina globularis* d'Orb., d'une Pulvinuline dont les individus sont extrêmement abondants et d'un Textilaire dont la forme est celle de *Textilaria trochus* d'Orb., et aussi des nombreuses Orbitolines qui donnent au calcaire son caractère pétrographique et qui

[1] *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 784.

sont voisines de *O. conica* et de *O. plana*. Mais on trouve en outre dans les résidus de l'attaque une très fine poussière de calcédoine.

Or, si l'on regarde une surface de la roche en voie d'attaque, on observe que cette fine poussière de calcédoine est répartie à la place où se trouve le calcaire granuleux précité. D'autre part l'examen de la roche en plaque mince révèle que les organismes devenus siliceux sont eux-mêmes gainés de ce calcaire granuleux; aussi sommes-nous conduits à admettre que l'élaboration de silice et la transformation d'organismes calcaires en organismes siliceux ont même cause première que la production du calcaire granuleux et sont précisément dues à l'action des algues du groupe *Girvanella*.

Toutefois la transformation est rarement aussi forte que celle qui vient d'être signalée et l'action de ces algues se réduit le plus fréquemment à l'élaboration d'un calcaire mélangé d'un silicate calcique et alumineux.

L'interprétation de l'analyse chimique d'une roche calcaire où l'action des algues sur les organismes est poussée fort loin montre que le silicate est tel que la silice y est unie à la chaux dans la proportion d'un métasilicate et que l'alumine s'ajoute au groupement molécule par molécule. La partie soluble du calcaire comptée pour 100 donnerait en poids 97,6 de carbonate de chaux et 2,4 de silicates alumineux et calciques de formule RO^2MO, l'alumine étant comptée partie pour acide, partie pour base.

Il est à présumer que tout le silicate alumino-calcique imprègne le calcaire granuleux, mais faute de pouvoir déterminer le pourcentage exact des organismes attaqués par les algues dans le dépôt sédimentaire qui constitue la roche, nous ne pouvons préciser s'il y est uni à beaucoup ou peu de carbonate de chaux. En d'autres termes nous ne pouvons exprimer avec certitude l'importance du travail chimique effectué par les algues.

Cette action des algues du groupe de *Girvanella* sur des organismes calcaires n'est pas particulière aux dépôts crétacés pyrénéens : on la retrouve encore dans les dépôts daniens et éocènes qui les surmontent et elle y est parfois intense sans aller cependant jusqu'à formation de la calcédoine.

Le test de certains organismes, tels que les Miliolidées, n'a gardé dans bien des cas son individualité que grâce à l'action de ces algues perforantes.

La cristallisation du calcaire atteint en effet toute la partie du test qui n'est pas attaquée et seule résiste à la cristallisation toute la partie que les algues ont transformée en calcaire granuleux.

Si l'étude micrographique de telles roches révèle l'importance de l'action des algues perforantes dans l'évolution minéralogique des dépôts sédi-

mentaires qui leur ont donné naissance, elle ne nous dit rien de l'origine première des substances élaborées par ces algues; celles-ci n'ayant agi nécessairement que comme agent fixateur de ces substances. Mais il me paraît difficile de ne pas penser que la source naturelle de la silice et de l'alumine fixée est l'argile. S'il en est ainsi, les algues dont nous venons d'étudier l'action auraient agi comme purificateur des eaux et ce fait expliquerait que les dépôts constitués au voisinage d'anciens récifs montrent particulièrement la force de leur action.

BOTANIQUE. — *Sur la structure du pédoncule des fleurs des Liliacées.* Note de M[me] **Valentine Charles Gatin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La structure du pédoncule floral d'un grand nombre d'espèces, appartenant aux diverses tribus des Liliacées, présente certains caractères anatomiques qui sont propres à cette famille et d'autres qui varient suivant les genres et les espèces auxquels on s'adresse. D'une manière générale, c'est dans la moitié supérieure du pédoncule que l'on trouve la plus grande constance spécifique dans la structure vasculaire. Le pédoncule renferme un certain nombre de faisceaux (généralement trois ou multiple de trois), sauf pour les fleurs dimères, tétramères et pentamères. Le nombre de ces faisceaux peut varier : depuis deux, comme chez le *Maianthemum*, jusqu'à trente, comme chez les *Tulipa*.

Ces faisceaux sont, suivant les genres et les espèces, groupés, sur une coupe transversale, en un ou plusieurs triangles ou en un ou plusieurs cercles. La forme et la constitution des faisceaux, constantes pour la même espèce, varie d'une espèce à l'autre. Le système fasciculaire, diversement constitué, est englobé dans une gaine de tissu composé de petites cellules polyédriques, à parois minces, sans méats entre elles. La partie externe de cette gaine fonctionne chez beaucoup de genres, comme zone génératrice, jusqu'à la complète formation du système fasciculaire du pédoncule. En dehors de cette gaine on trouve les assises corticales. Enfin, un épiderme, plus ou moins cutinisé, plus ou moins papilleux, plus ou moins riche en stomates, limite extérieurement l'écorce.

Cette diversité de structure du pédoncule floral chez les Liliacées permet de distinguer les différents genres, ainsi que les diverses espèces du même genre. Par exemple chez les *Muscari* on trouve, en coupe transversale, trois

petits faisceaux réunis en triangle vers le centre, et entourés par une large gaine de petites cellules. Chez le *M. racemosum* les faisceaux sont aplatis. La moelle est réduite à une ou deux cellules. La gaine de petites cellules s'étend autour des faisceaux sur quatre à cinq assises. L'écorce se compose de trois assises de cellules au moins trois fois plus grandes que celles de la gaine. L'épiderme est formé de cellules étroites, isodiamétriques, épaissies sur les faces internes et externes, à peine cutinisé et pauvre en stomates. Chez le *M. comosum*, le diamètre est plus grand. On trouve également trois faisceaux, mais leur section transversale est plus allongée. La moelle est plus large, ainsi que la gaine et l'écorce. Les cellules épidermiques sont également étroites, mais moins épaissies. Les stomates sont plus nombreux; leur forme, quoique légèrement différente, rappelle celle des stomates de *M. racemosum*.

Chez le genre *Allium*, il y a généralement six à douze faisceaux dans le pédoncule; sur une coupe transversale, on voit que trois d'entre eux, plus forts que les autres, forment le triangle interne; les autres, très petits, se disposent, suivant les espèces, soit en triangle externe, alternant avec le précédent, soit en un cercle extérieur au triangle interne. La forme et la constitution de ces faisceaux sont caractéristiques pour ce genre. La moelle est plus large que chez les diverses espèces de *Muscari*. Les cellules qui la composent sont grandes et laissent des méats entre elles. La gaine de petites cellules ne s'étend pas en dehors des faisceaux. L'épiderme, bien que construit sur le même plan dans tout le genre *Allium*, présente des caractères qui varient d'une espèce à l'autre.

Chez les *Phalangium*, neuf faisceaux, presque de la même dimension, sont rangés en trois groupes de trois faisceaux suivant un cercle chez le *Ph. Liliago* et suivant une ellipse chez le *Ph. ramosum*. De plus, les deux espèces diffèrent l'une de l'autre par l'épiderme, à cuticule lisse chez le *Ph. Liliago* et à cuticule finement ondulée chez le *Ph. ramosum*. Les stomates sont nombreux et construits sur le même type dans les deux espèces; cependant il existe une légère différence dans l'épaississement des faces interne et externe des cellules stomatiques.

Mais cette structure très simple, malgré les multiples combinaisons que présente le système fasciculaire, se complique lorsqu'on s'adresse aux Tulipées. Ainsi chez l'*Erythronium Dens canis*, trois grands faisceaux internes alternent avec trois petits. De plus, quinze faisceaux minuscules sont disposés en dehors dans une zone que l'on peut qualifier de « génératrice ».

Chez le genre *Fritellaria*, une coupe montre trois grands et larges faisceaux rangés en triangle autour de la moelle et trois petits faisceaux allongés radialement, disposés en triangle externe, alternant avec le premier. De plus, douze petits faisceaux, entourent les faisceaux précédents et sont situés dans une zone génératrice.

Chez le genre *Tulipa* six grands faisceaux sont rangés en cercle autour de la moelle, tandis que six petits faisceaux sont disposés extérieurement en deux triangles alternes. De plus, suivant les espèces, un grand nombre de faisceaux, de dimension variable, sont disposés dans une large zone génératrice.

Chez les *Lilium*, il y a également six grands faisceaux disposés en cercle vers le centre, mais ils diffèrent du genre *Tulipa* par leur dimension, leur forme et par la disposition des éléments vasculaires du bois par rapport au liber. En dehors de ce premier cercle de faisceaux, on trouve un deuxième cercle formé de six faisceaux ou de six groupes de petits faisceaux alternant avec les faisceaux internes. Enfin, un troisième et dernier cercle, composé d'un nombre variable de faisceaux, se trouve en dedans d'une zone génératrice, qui est bien plus large que dans le genre *Tulipa*. Le nombre et la disposition des faisceaux des deux cercles externes relativement au nombre et à la disposition des faisceaux du cercle interne, ainsi que le rapport des tissus qui entourent le système fasciculaire varie avec les espèces.

En résumé, l'étude anatomique du pédoncule floral des *Liliacées* permet de distinguer anatomiquement les divers genres de cette famille, ainsi que les diverses espèces d'un même genre. Les simples variétés d'une même espèce ne possèdent pas de caractères distincts, dans la structure du pédoncule.

Les caractères sur lesquels on peut se baser pour la détermination anatomique des genres et des espèces sont les suivants :

1° Le nombre des faisceaux constituant le système fasciculaire du pédoncule ;

2° Le groupement de ces faisceaux ;

3° Les dimensions transversales des faisceaux les uns par rapport aux autres ;

4° La situation des faisceaux par rapport à la moelle ;

5° La forme des faisceaux et le rapport entre les éléments vasculaires et le liber.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Répartition des éléments minéraux et de l'azote chez le végétal étiolé.* Note de M. G. André, présentée par M. L. Maquenne.

Les expériences récentes de MM. Maquenne et Demoussy ([1]) ayant fixé l'influence de la présence du calcium sur le développement de la radicule et l'abondance des poils radicaux pendant la germination des graines de pois, il m'a semblé digne d'intérêt d'examiner quelles étaient les proportions des matières minérales et d'azote qui, pendant l'étiolement, passent des cotylédons dans la plantule, dans le cas de graines germant à l'obscurité absolue au sein d'un milieu inerte. Voici l'expérience que j'ai disposée à cet égard.

I. 111 graines de haricots blancs, pesant 130^g, ont été enfouies le 5 juillet 1918, sous une couche de sable de Fontainebleau traité au préalable par les acides et l'eau distillée, puis calciné. Ce sable a été arrosé régulièrement tous les jours. L'essai a pris fin le 30 juillet. A cette date, les plantes étiolées étaient en bon état, sans traces de moisissures; la longueur de leurs tiges variait de 30^{cm} à 35^{cm}. On a extrait ces plantes de leur milieu sableux, on a lavé légèrement les racines, puis on a séparé les cotylédons des plantules (racines et tiges). Les poids de matière mise en expérience, rapportés à 100 graines et à 100 plantules issues de ces graines, sont les suivants :

		Matière		Eau
		fraîche.	séchée à 110°.	dans 100 parties.
État initial, poids de 100 graines		g 117,1	g 100,94	13,81
État final	poids des cotylédons	97,0	31,53	67,50
	poids des racines et des tiges	346,84	38,55	88,89
		443,84	70,08	

L'ensemble : cotylédons, tiges, racines a donc perdu 30,16 pour 100 de son poids par rapport aux graines initiales, du fait de l'étiolement.

L'analyse des graines, destinée à déterminer l'état initial, a été exécutée sur des graines aussi semblables que possible à celles que l'on a mises dans le sable. Le Tableau suivant contient la répartition des éléments minéraux et de l'azote chez ces graines initiales, puis dans les plantules étiolées. Le

([1]) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 979; t. 165, 1917, p. 45.

soufre et le phosphore totaux (calculés en P^2O^5 et SO^3) ont été dosés en attaquant la matière séchée par l'acide nitrique fumant en présence d'un peu de nitrate de potassium.

	Azote total.	CaO.	MgO.	K^2O.	P^2O^5.	SO^3.
	g	g	g	g	g	g
100 graines renferment à l'état initial......	2,9374	0,2220	0,2866	2,0390	0,9828	0,6561
100 plantules renferment — cotylédons.....	0,7914	0,1481	0,1545	0,7819	0,2558	0,2112
100 plantules renferment — racines et tiges.	2,1283	0,0771	0,1349	1,0448	0,6619	0,4627
Total (cotylédons, racines, tiges)......	2,9197	0,2252	0,2894	1,8267	0,9177	0,6739
Répartition des éléments pour 100 du total — cotylédons.....	27,11	65,77	53,38	42,80	27,87	31,34
Répartition des éléments pour 100 du total — racines et tiges.	72,89	34,23	46,62	57,20	72,13	68,66

II. L'examen des chiffres inscrits dans ce Tableau donne lieu aux remarques suivantes :

La *chaux* demeure en grande partie (les deux tiers environ) dans les cotylédons, comme si cette base existait dans ces organes sous une forme peu diffusible [1]. La *magnésie* passe, dans les plantules, en plus forte proportion que la chaux; son rôle dans la synthèse des composés phosphorés est bien connu : le phosphate de magnésium se dissociant plus aisément que celui de calcium. De toutes les bases contenues dans la graine, la *potasse* est celle qui a émigré le plus complètement hors des cotylédons. Il est vraisemblable que cette émigration doit être mise sur le compte de sa grande diffusibilité. En l'absence de lumière, comme dans le cas actuel, il ne peut, en effet, être question de son rôle dans la formation de l'amidon. J'ai montré d'ailleurs [2] que l'exosmose de la potasse, hors des graines immergées dans l'eau, est très rapide et à peu près totale après un temps suffisant.

On remarquera que, par rapport à la graine initiale, il existe un déficit de $\frac{1}{10}$ entre les teneurs en potasse. Il est possible que cet écart soit imputable à une variation de la teneur en potasse chez les graines mises en expérience, malgré leur homogénéité apparente. On peut aussi supposer que, au fur et à mesure des progrès de l'étiolement, une certaine quantité de cette base ait exosmosé des cotylédons vers le milieu extérieur.

La relation la plus remarquable que l'on constate est celle qui concerne

(1) D'après Palladin (*Ber. botan. Gesells.*, 1891, t. 9, p. 229), le manque de chaux est une des causes pour lesquelles les feuilles étiolées de fèves demeurent sans développement.

(2) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1103.

la répartition de l'*azote* et de l'*acide phosphorique*. Les trois quarts environ de ces deux matières ont abandonné les cotylédons et se sont transportés vers les plantules. Il est bien connu que, pendant la période de croissance d'une plante normale, il existe une ascension et un dépôt concomitants de ces deux substances venant du sol. Dans le cas actuel, le même fait se produit; mais la plantule ne peut ici emprunter ces matières qu'à ses propres cotylédons. La répartition du *soufre* suit une marche analogue à celle du phosphore.

Tels sont les faits qui traduisent la nutrition minérale des plantules étiolées, dont le développement, dans ce milieu inerte, n'est assuré qu'aux dépens des seules réserves accumulées dans les cotylédons.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Considérations sur la constitution du système musculaire général des Vertébrés*. Note de M. **J. Chaine**, présentée par M. Edmond Perrier.

Si, chez les Vertébrés, on enlève tous les muscles des membres qui s'étalent sur le tronc, on découvre un système musculaire possédant, comme je l'ai précédemment montré (¹), une métamérie nette et régulière, évidente ou dissimulée, mais partout présente. Cette métamérie n'est autre chose qu'un souvenir, un reste pour mieux dire, de la segmentation embryonnaire, les muscles tirent leur origine des myotomes ou des cavités céphaliques suivant la région envisagée.

La segmentation de la tête a donné lieu à une série de controverses très longues et très sérieuses. Tandis que des auteurs, comme Balfour, van Wijhe, Rabl voient dans les cavités céphaliques des dérivés des métamères embryonnaires subdivisés par la formation des poches branchiales en segments distincts, d'autres avec Froriep les considèrent comme n'ayant aucun rapport avec les somites primitifs. Je n'entrerai pas dans cette discussion par la raison que la question d'origine de ces éléments n'a aucune importance pour la thèse que j'ai à soutenir ici. Je me bornerai à signaler, et c'est là le seul point important à indiquer pour le travail présent, que les cavités céphaliques, une fois formées, prolongent régulièrement en avant, sur la face ventrale, les métamères du corps et ne troublent par conséquent en rien la segmentation primitive.

(¹) J. Chaine, *Remarques sur la métamérie des Vertébrés* (*Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 733).

Donc, quelle que soit la partie du corps envisagé, les muscles ne peuvent tirer leur origine que d'éléments métamériquement disposés, et cela par un des processus que j'ai indiqués dans mes Notes antérieures [1]. Mais si ces organes ont une identité d'origine, leur disposition est, par contre, influencée par la formation des différentes régions du corps : tête, cou, thorax, abdomen; chacune d'elles se présentant avec ses caractères propres et ses exigences particulières. Cependant cette influence n'est pas aussi considérable pour *les muscles formant l'enveloppe générale du corps* qu'on serait tenté de le penser au premier abord; pour s'en convaincre, il suffit d'examiner successivement chacune de ces régions, cette étude montrant que dans chacune d'elles les muscles se comportent d'une façon analogue et passent même de l'une à l'autre comme si aucune frontière ne les séparait.

C'est ainsi que, au niveau du cou, si certains muscles ont des caractères spéciaux par suite des fonctions particulières résultant de la présence des arcs branchiaux, ceux qui constituent l'enveloppe musculaire générale présentent des traits communs avec ceux des autres parties du corps, et cela dans toutes les classes de l'embranchement. Ces muscles s'étendent sur toute la région et la recouvrent depuis l'arc mandibulaire ou le crâne jusqu'à la ceinture scapulaire (muscles épi et hypobranchiaux des Vertébrés inférieurs, génio-hyoïdien, sterno-hyoïdien, sterno-cléido-mastoïdien, etc.). Les uns sont continus, d'autres coupés métamériquement par des intersections tendineuses, il y en a de courts et de longs et même quelques-uns d'entre eux s'étendent loin caudalement de façon à entrer en relation avec des muscles thoraciques qu'ils semblent dès lors prolonger vers l'avant, disposition d'ailleurs normale chez les êtres dépourvus de ceinture scapulaire : faisceaux des muscles hypobranchiaux des Poissons continuant les droits, scalènes allant des côtes au cou, chondro-hyoïdiens de quelques carnassiers se rendant des côtes à l'hyoïde, etc. Il est en outre à remarquer que ces formations peuvent être innervées à la fois par des nerfs cervicaux et des nerfs thoraciques, c'est le cas des scalènes par exemple.

Au niveau du thorax, les côtes divisent la couche musculaire pariétale en segments successifs; cette division est un souvenir de la métamérie embryonnaire, les côtes étant dues à l'ossification des myoseptes et n'ayant

[1] J. Chaîné, *Contribution à la phylogénie des muscles* (*Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 649).

par conséquent pas d'autre signification morphologique que ceux-ci. L'ensemble des muscles costaux coupés par les côtes est donc comparable aux muscles cervicaux divisés par leurs intersections tendineuses, seulement les coupures thoraciques sont plus générales, plus régulières et plus profondes. Mais ici encore, comme au cou, il est des muscles qui s'étendent sans coupure sur tout le thorax et quelques-uns même qui se continuent au delà des limites de la région soit avec les muscles cervicaux, soit avec les muscles abdominaux : Chez les Vertébrés où les côtes n'atteignent pas la ligne médio-ventrale, les muscles se poursuivent sans interruption sur toute la longueur du thorax; chez les autres on note parfois des sous-costaux s'étendant de la troisième à la douzième côte; le même fait, mais moins net en général, se présente pour les surcostaux; des intercostaux peuvent anormalement recouvrir plusieurs espaces sans être coupés par les côtes, etc.; quant aux faisceaux se poursuivant sur la région cervicale, j'en ai cité précédemment plusieurs exemples (scalènes, etc.); plus loin j'indiquerai ceux qui se rendent sur l'abdomen.

Au niveau de l'abdomen une disposition spéciale est à noter, disposition d'ailleurs qui n'a pas grande importance et qui s'explique fort bien. Par suite du grand développement de cette région, dû au volume des organes internes, chez la plupart des vertébrés quelques muscles de la paroi prennent une direction oblique, mais si ces organes ne sont plus longitudinaux, ils possèdent cependant comme ceux du cou et du thorax une métamérie nettement marquée par divers caractères comme je l'ai dernièrement indiqué dans une Note communiquée à la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux ([1]). Ici encore des muscles de la région passent normalement ou accidentellement, suivant les cas, sur la région voisine, le thorax, et parfois même atteignent le cou : il n'est pas rare, en effet, de voir chez l'Homme le grand droit de l'abdomen se prolonger jusqu'aux premières côtes et même jusqu'à la ceinture scapulaire; ce prolongement décrit sous des noms divers n'est que le représentant d'une disposition normalement observée chez beaucoup de vertébrés (des Singes, Carnassiers, Rongeurs et la plupart des vertébrés inférieurs); le transverse du thorax ou triangulaire du sternum n'est qu'un reliquat du transverse de l'abdomen primitivement étendu jusqu'au cou, ces deux muscles sont même si souvent

([1]) J. Chaine, *Observations sur la métamérie des muscles abdominaux des Mammifères* (*Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, séance du 21 novembre 1918).

unis que Theile considère cette union comme normale et que Rosenmüller a décrit ces deux muscles comme une formation unique à laquelle il a donné le nom de muscle sterno-abdominal; les intercostaux externes échangent des fibres avec le grand oblique qu'ils continuent au thorax; etc.

Vers la queue, par suite de l'absence de la cavité viscérale, les muscles ventraux font défaut. Quant aux muscles dorsaux, toujours d'aspect métamérisé, ils se continuent les uns dans les autres longitudinalement et poursuivent même ceux du tronc.

Donc, comme conclusion, quelle que soit la région d'un Vertébré qu'on examine, et quels que soient les accidents d'organisation qu'on puisse y rencontrer (côtes, ceintures des membres, etc.), toujours et partout existe une couche musculaire pariétale, continue, nettement métamérisée et s'étendant avec les mêmes caractères généraux de l'arc mandibulaire à l'extrémité terminale du corps; les muscles qui la constituent se poursuivent régulièrement les uns dans les autres et passent, normalement ou accidentellement suivant les cas, d'une région à la voisine. Cette couche musculaire, pariétale et uniforme, constitue ainsi une sorte de fourreau général contenant les viscères.

ZOOLOGIE. — *Sur l'adaptation du pied au milieu ambiant chez les Actinies des grands fonds sous-marins*. Note de M. **Ch.-J. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Chez les Actinies des grandes profondeurs sous-marines, l'une des particularités les plus curieuses, au point de vue biologique, est offerte par la plasticité du pied ou sole pédieuse qui permet à ces animaux de s'adapter à des conditions de milieu très variées, comme j'ai pu le constater par l'étude des animaux de ce groupe recueillis au cours des croisières du Prince de Monaco. Normalement, les Actinies s'établissent sur un fond solide, roches ou coquilles. L'*Allantactis parasitica* Dan. vit fréquemment sur la coquille d'un Gastéropode du genre *Neptuna* (*N. curta* Friele). Mais ce support, pour être le plus habituel, n'est pas constant; la même Actinie peut vivre sur un caillou ou directement sur la vase. A l'époque où elle abandonne la vie pélagique, la larve peut se fixer sur une coquille de petite taille qui constitue un support suffisant pour un certain temps. L'animal, en grandissant, l'enveloppe peu à peu et finit par la recouvrir entièrement; il doit ensuite l'abandonner et l'on trouve alors, dans la région centrale de la sole pédieuse,

l'empreinte des tours de spire de la coquille sur laquelle l'animal a commencé son existence sédentaire; c'est ce que j'ai observé sur plusieurs exemplaires d'*Allantactis parasitica*.

Il arrive souvent que la vase de diverses natures qui couvre d'immenses surfaces au fond des océans est d'une consistance trop faible pour supporter l'Actinie qui s'y maintiendrait difficilement en équilibre. On voit alors la sole pédieuse se replier vers le bas, de façon à circonscrire une poche remplie de boue et ne communiquant avec l'extérieur que par un orifice étroit. Chez l'un des exemplaires de *Chondractinia nodosa* (Fabr.) que j'ai étudiés, la cavité pédieuse était presque entièrement occupée par un gros caillou devenu trop petit pour servir de support à l'animal. Des faits du même ordre ont été signalés par Verrill sur certains spécimens d'*Actinostola callosa* Verr. Lorsque la sole pédieuse se transforme ainsi et surtout lorsqu'elle englobe des cailloux qui déplacent le centre de gravité vers le bas, elle sert, non seulement à ancrer, mais aussi à lester l'animal et lui permet de se maintenir en équilibre dans un milieu semi-fluide.

Sur les fonds mous où elles sont parfois amenées, les Actinies abyssales utilisent tous les objets solides qu'elles trouvent à leur portée. L'un des exemplaires du *Chitonanthus abyssorum* Grav., recueilli à 4870^{m} de profondeur, reposait sur un tube de Sabellien que la sole pédieuse enveloppait complètement et qu'elle avait replié sur lui-même. Le support était faible, mais l'Actinie, avec sa base à deux branches arquées vers le bas, pouvait se soutenir verticalement à la surface du milieu peu stable constitué par la vase à Globigérines où elle vivait.

Les spicules d'Éponges sont souvent mis à profit par les Actinies des grands fonds. Deux exemplaires de *Stephanactis impedita* Grav. (profondeur : 2286^{m}) sont fixés sur des spicules d'Éponges, les uns, robustes, à trois axes, les autres, plus faibles, à un axe. Les bords du disque pédieux se sont repliés sous l'animal, de façon à former une poche remplie de sable vaseux qui communique avec l'extérieur par cinq ouvertures d'où émergent les spicules et qui sont reliées entre elles par de grosses lignes de suture délimitant les portions du disque pédieux qui forment la poche.

Des spicules à un axe, disposés parallèlement les uns aux autres, peuvent constituer un plancher solide assez large pour que la sole pédieuse s'y étale suffisamment. Quand le nombre des spicules devient trop petit, le disque pédieux se replie en gouttière de chaque côté de la base trop étroite. Quand il n'y a plus qu'un seul spicule, la sole pédieuse l'enveloppe et lui constitue une sorte de fourreau. J'ai observé tous ces cas chez des exemplaires de

Chitonanthus indutus Grav. Ce sont là des faits qui rappellent ceux que j'ai signalés chez les Madréporaires des grandes profondeurs [1].

Beaucoup d'Actinies recherchent comme support les tiges grêles de certains Alcyonaires arborescents encore pourvus de leurs polypes ou réduits à leur squelette. Elles sont alors allongées plus ou moins fortement dans le sens de leur support, que le pied enveloppe à la manière d'une gaine. La surface de la cannelure a presque toujours une teinte jaune, due à un revêtement chitinoïde sécrété par l'ectoderme du pied. G. v. Koch, qui observa ce revêtement chez le *Gephyra Dohrnii* Koch, le regarda comme étant de même nature que l'axe corné des Antipathes; aussi considéra-t-il cette Actinie comme se rattachant aux formes originelles des Antipathes, d'où le nom de genre qu'il lui a donnée. En réalité, les *Gephyra* sont, comme l'avait pressenti Marion, des Actinies normales et la couche chitinoïde que l'on retrouve chez les animaux du même groupe qui ont un habitat semblable, n'a point la signification que Koch lui attribuait. Il est à remarquer que chez les Actinies qui s'attachent à un support grêle, l'allongement se fait perpendiculairement au plan de symétrie marqué par les siphonoglyphes; c'est ce que j'ai constaté chez le *Stephanactis impedita* Grav., le *S. inornata* Grav., le *Gliactis crassa* Grav., etc. L'allongement de l'axe perpendiculaire au plan de symétrie, par suite de la fixation sur un objet bacilliforme, qui a été regardé comme l'un des caractères de la famille des *Amphianthidæ* R. Hertwig n'a, en réalité, aucune valeur taxonomique, car il existe chez des Actinies appartenant à diverses familles qui diffèrent entre elles par tous leurs autres caractères. L'orientation du plan de symétrie, constante chez les espèces citées ci-dessus, n'existe pas toujours chez le *Gephyra Dohrnii*, dont j'ai pu examiner d'assez nombreux exemplaires fixés sur des rameaux d'*Isidella elongata* (Esper), durant mon séjour à la Station zoologique de Naples, en 1917.

Une autre disposition très spéciale du pied se manifeste chez une Actinie commensale d'une Holothurie abyssale, le *Pseudostichopus villosus* Théel (profondeur : 4275^{m}). Cette Actinie (*Sicyopus commensalis* Grav.) se loge dans une cavité assez profonde qu'elle se ménage dans le tégument de l'Holothurie, au voisinage de la bouche qui est franchement ventrale. Elle a la forme d'un disque biconvexe épais, dont la face inférieure, constituée par le pied, est plus fortement bombée que la face supérieure qui correspond à la colonne. La partie périphérique de la sole pédieuse présente des

[1] Cf. *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 380.

dépressions circulaires qui, très vraisemblablement, fonctionnent comme ventouses, ce qui permet à l'animal de se maintenir solidement dans sa cuvette située sur la face ventrale de l'Holothurie.

On sait que, chez les Actinies nageantes, le pied se transforme en un flotteur; chez un type nouveau des collections du prince de Monaco, le *Nectactis singularis* Grav., la cavité pédieuse est extrêmement réduite, presque virtuelle, et cette réduction du pied chez les Actinies pélagiques, plus marquée encore chez les formes pivotantes, fait contraste avec le développement considérable que cet organe prend chez les *Chondractinidæ*.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les caractères et l'origine d'un groupe de tumeurs rapportées à tort à la classe coccygienne de Luschka.* Note (¹) de MM. **Alezais** et **Peyron**, présentée par M. Quénu.

Les anatomo-pathologistes allemands décrivent un groupe spécial de tumeurs sacro-coccygiennes dont ils rapportent l'origine aux éléments périvasculaires de la glande coccygienne sous le titre de périthéliomes.

Cette notion émise d'abord par Braun (1864), Kolaczek (1875), Buzzi (1867) a été surtout développée par Ernst et son élève Hleb-Kosanska.

En France, Curtis et Lefort ont repris et développé la même interprétation (²).

Nos recherches, appuyées sur l'étude du développement de la région sacro-coccygienne chez les Mammifères et les Oiseaux, nous conduisent à une opinion différente. Ces soi-disant périthéliomes sont des néoplastes d'origine neuro-épithéliale qui nous paraissent provenir des vestiges du segment caudal de la moelle épinière, signalés par Tourneux et Hermann (1887) (³).

En éliminant la tumeur de Curtis et Lefort, qui représente, avec sa structure vacuolaire spéciale, un cas typique de chordome d'un vestige coccygien de la notochorde, nous pouvons retenir, dans l'ensemble des tumeurs coccygiennes que nous

---

(¹) Séance du 9 décembre 1918.

(²) *Revue de Chirurgie*, 1910.

(³) Sur l'origine des tumeurs congénitales de la région sacro-coccygienne (*Journal de l'Anatomie*, 1905).

avons étudiées, trois cas d'homologies assez étroites, auxquels s'applique exactement la description des auteurs allemands. Les arguments invoqués en faveur de l'origine périthéliale étaient les suivants :

1° L'*architecture lobulaire de la tumeur*. En réalité, la répartition des cloisons conjonctives est trop variable pour qu'on puisse parler de véritable texture lobulaire;

2° L'*orientation périvasculaire des éléments néoplasiques*. Elle est en effet fréquente et remarquable : on observe des éléments fusiformes allongés disposés radiairement en collerettes à la périphérie des endothéliums vasculaires, mais nous avons pu mettre en évidence une membrane basale interposée entre l'endothélium et les cellules de la collerette. Il s'agit de connexions purement topographiques, toujours secondaires, et souvent incomplètes. Nous n'avons observé nulle part la prolifération néoplasique d'un endothélium vasculaire ou celle d'un problématique périthélium;

3° *Présence en certains points de la tumeur de pelotons capillaires* entourés de manchons d'éléments épithélioïdes reproduisant la structure typique de la glande coccygienne. Un tel caractère serait décisif en faveur de la théorie allemande, mais il est inexact; et pour la tumeur de Curtis en particulier, nous pouvons confirmer qu'il s'agit d'un glomus coccygien normal, refoulé et englobé par la tumeur, à laquelle il demeurait étranger.

Par contre, les caractères morphologiques suivants, que nous avons pu mettre en évidence, plaident en faveur de l'origine de nos tumeurs aux dépens des vestiges coccygiens de la moelle épinière.

1° *Présence de cavités et de canaux à revêtement neuro-épithélial qui représentent des diverticules du tube neural embryonnaire à des stades divers de son évolution.* — Les plus petites de ces formations (pseudo-acini) ne renferment jamais, contrairement aux affirmations de Kolaczek, d'axe conjonctivo-vasculaire. Par contre on peut y observer l'appareil spécial des bandelettes unitives, qui constitue la limitante interne du tube neural primitif.

Les plus volumineuses développées parfois en micro-kystes offrent un revêtement assez polymorphe de cellules cubiques et cylindriques avec végétations papillaires fréquentes, on y rencontre par places des cils vibratiles d'origine épendymaire.

2° *Présence d'éléments cellulaires anastomosés analogues aux spongioblastes du tube neural embryonnaire.* — Dans certaines zones on observe des chaînes radiées constituées par des éléments allongés et anastomosés à cytoplasme filamenteux. L'ensemble rappelle le réticulum toujours discuté des spongioblastes de la moelle embryonnaire, sans qu'on puisse toutefois établir une assimilation complète. Ces dispositifs fibrillaires paraissent avoir trompé Melenewsky qui, croyant y voir des fibres musculaires lisses, conclut en faveur de la nature conjonctive de sa tumeur.

En réalité, ce réseau ne se laisse pas imprégner par les colorants électifs du tissu conjonctif.

3° *Présence de fibrilles d'origine épendymaire.* — Sur ce réseau d'architecture filamenteuse et vacuolaire, tranchent de fines fibrilles colorées en noir par la laque ferrique et en rouge par la méthode de Mallory à la fuchsine-aniline. Nous les assimilons aux fibrilles étudiées par Weigert et par Mallory (1) au niveau de l'épendyme et de ses dérivés. Elles sont remarquablement minces et affectent parfois un trajet en forme de vrille.

Par cet ensemble de dispositions nos tumeurs correspondent bien aux vestiges médullaires du fœtus humain, qui constituent tantôt des cavités à lumière irrégulière, tantôt des amas cellulaires pleins ramifiés et anastomosés. Le polymorphisme du vestige normal, comme celui de la tumeur, n'est qu'apparent et correspond simplement à des stades évolutifs variables d'un tube médullaire arrêté dans son développement.

Le stade de différenciation des neuroblastes nous a paru jusqu'ici faire défaut dans les deux cas.

Ainsi constituées, ces néoplasies à type neuro-épithélial pur, ne doivent pas être confondues avec les proliférations polymorphes de tissu nerveux embryonnaire qui s'observent dans l'évolution des tératomes sacro-coccygiens. Outre la présence de divers dérivés multiples d'origine ectodermique, endodermique, ou mésodermique, les néoformations neuro-embryonnaires de tératomes présentent ordinairement des ébauches ou annexes cérébrales (plexus choroïde, rétine, etc.) et surtout elles offrent des tendances évolutives vers le neuroblaste et la cellule ganglionnaire d'une part, la cellule névroglique adulte d'autre part, qui sont beaucoup plus accentuées que dans nos tumeurs. Ces dernières nous paraissent devoir figurer dans la classification à côté des tumeurs des ventricules cérébraux et des épendymomes.

---

(1) MALLORY, *Three gliomata of ependymal origin* [*Journal of medical Research* (1902), n° 1].

CHIRURGIE. — *Action ostéogénétique du tissu osseux mort.* Note de M. Heitz-Boyer, présentée par M. Roux.

Une série d'opérations faites depuis deux ans pour « greffes » osseuses, nous ont permis de constater que l'implant ([1]) d'os mort possède des qualités pratiquement équivalentes à celles d'un implant d'os vivant, et que la régénération peut se produire alors même qu'il y a élimination de l'implant, pourvu que cette élimination soit suffisamment tardive ([2]). Cette régénération osseuse obtenue à l'aide d'un os mort (que cette mort soit survenue avant ou après l'introduction dans le foyer de pseudarthrose) s'explique si l'on admet, dans toute ostéogenèse « dite par greffe », l'intervention combinée de trois facteurs ([3]) : *a*) un facteur mécanique, le greffon servant de tuteur-conducteur pour les cellules de néoformation (ce rôle est temporaire, minime, ou même nul quand le greffon doit s'éliminer) ; *b*) une action irritative pour les extrémités osseuses contiguës, où elle provoque les phénomènes inflammatoires d'ostéite, nécessaires à toute réparation osseuse chez l'adulte ([4]) ; *c*) une action chimique, consistant d'une part en un « dépôt de matériel calcaire », mais relevant aussi probablement d'un processus plus complexe de nature diastasique ([5]).

Ce processus est réalisé aussi bien avec un os mort qu'avec un os vivant. Cependant il se pourrait que l'implant tel quel, c'est-à-dire non soumis

---

([1]) Nous préférons le terme *implant*, qui ne préjuge de rien, au mot *greffon*, communément employé et qui impliquait l'idée d'un tissu poursuivant son évolution vitale après son inclusion : il semble en effet que d'une façon générale, les tissus d'origine conjonctive qu'on greffe n'ont qu'une vie transitoire, étant secondairement pénétrés et comme revivifiés par les bourgeons émanés des tissus adjacents ; pour les greffes de tissus osseux, Cornil et Coudray avaient démontré ce processus dès 1902.

([2]) Nous avons pu, dans sept de nos observations personnelles, obtenir ainsi des régénérations osseuses atteignant jusqu'à 6^{cm}, avec guérison complète de la perte de substance. Ces faits rappellent ceux déjà publiés de Kausch, Lexner, Sicard et Dambrin.

([3]) Heitz-Boyer, *Esquillectomie et réparation des pertes de substance* (*Congrès de Chirurgie*, 11 octobre 1918).

([4]) Heitz-Boyer et Scherkewitch, *Du processus de régénération osseuse chez l'adulte* (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 518).

([5]) Heitz-Boyer, *Congrès de Chirurgie*, octobre 1917.

à la stérilisation, soit à l'ébullition, soit à l'autoclave, fût préférable parce qu'il présente la substance de l'os moins modifiée, bien que cet implant meure sur place dans un temps assez court.

Ces propriétés ostéogéniques du tissu osseux mort en font un matériel d'ostéosynthèse, qui nous semble préférable pour le traitement sanglant des fractures, au matériel métallique communément employé jusqu'ici, et nous avons pu en faire la réalisation pratique sous forme de vis, plaques, chevilles et surtout clavettes.

A 16 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de présenter une liste de candidats à l'une des places de la Division des Applications de la science à l'industrie, présente, par l'organe de M. le Président, la liste suivante :

En première ligne. . . . . M. Georges Charpy

En seconde ligne, ex æquo et par ordre alphabétique . . . . MM. Hilaire de Chardonnet, Georges Claude, Charles Rabut

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17 heures et demie.

A. Lx.